

El Mapa Conceptual como Representación del Modelo de Polya para la Creación de Programas

Elizabeth Jiménez Rey

Gregorio Perichinsky

Departamento de Computación. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.

Ciudad Autónoma de Buenos Aires. San Telmo. Argentina.

RESUMEN

Se explicita la utilización del Mapa Conceptual como medio de representación del proceso de resolución de problemas con la computadora para la implementación de la estrategia de enseñanza y de aprendizaje de la parte práctica de la materia Computación en Carreras de Ingeniería. El presente integra una línea de trabajo en el área de Educación, dentro del Proyecto de Investigación Acreditado I015 “Manufactura Integrada por Computadora en Sistemas Complejos para el Desarrollo Social, Industrial y de Tecnología”.

En una publicación previa se propuso el abordaje de la enseñanza del contenido de la asignatura:

- Focalizando la estrategia de enseñanza y de aprendizaje de la materia Computación en el principio procedimental para la creación de programas que se sustenta en el proceso de resolución de problemas cuyas fases fueron definidas por el matemático Polya.
- Representando dicho proceso, en el contexto de la creación de programas, mediante un Mapa Conceptual.

Se expone la forma en que se introduce la aplicación del Mapa Conceptual en el curso en la primera clase práctica, para luego en las siguientes y a manera de ciclo, posibilitar la enseñanza y el aprendizaje de cada nueva herramienta de programación en forma explícita, cooperativa, incremental, adaptativa y sencilla.

Palabras Clave: mapa conceptual, proceso de construcción de programas, estrategia de enseñanza y aprendizaje.

1. INTRODUCCIÓN

En un trabajo previo se diseñó una propuesta de enseñanza de la materia de grado Computación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires a través de un enfoque procedimental.

Se fundamentó el enfoque en el modelo prescriptivo de solución de problemas de Polya que distingue cuatro fases:

- 1) Comprender el problema.
- 2) Idear un plan (formular una estrategia general).
- 3) Ejecutar ese plan (formular una prueba detallada).
- 4) Mirar hacia atrás (verificar los resultados).

Se propuso la representación del modelo mediante un mapa conceptual que se utiliza como herramienta para la enseñanza y el aprendizaje significativo de los conceptos y procedimientos de la asignatura.

Se contextualizó la estrategia de enseñanza en el marco de la ingeniería, cuya práctica requiere capacidad creativa para inventar soluciones a los problemas y para utilizar criterios en la evaluación de las soluciones, es decir, el ingeniero debe ser capaz de identificar las características básicas de los problemas que tenga que resolver. Los alumnos que cursan la materia Computación, como futuros ingenieros, tienen que aprender a resolver problemas de tipo técnico-científicos utilizando la computadora. La solución a la que debe arribar el alumno no es la única posible porque se plantea la resolución de problemas creativos (no reproductivos), es decir, que deben resolverse

mediante la construcción original de la solución y del propio proceso de resolución por parte del alumno, lo cual requiere autonomía en la toma de decisiones [1]. Se enfoca la enseñanza de la resolución de problemas con la computadora no solamente en base a los principios de algoritmia y programación para obtener un resultado sino también como un medio para entrenar a los alumnos en la elaboración de nuevas y cada vez más eficientes estrategias para decidir y actuar, partiendo de un pensamiento autónomo, creativo, crítico y productivo [2].

En este trabajo se expone la estrategia de enseñanza y aprendizaje con la que se intenta que los alumnos en la primera clase incorporen efectivamente el esquema de creación de un programa pascal a su estructura cognitiva previa a través del uso del mapa conceptual. En las clases siguientes, cada nueva herramienta de programación, podrá ser incorporada mediante una reestructuración del esquema ya adquirido y la consecuente ampliación y complejización del mapa conceptual para conseguir el aprendizaje significativo [3].

2. CARACTERIZACIÓN DEL ESCENARIO DE ENSEÑANZA

La materia Computación es considerada de formación básica obligatoria para alumnos de todas las carreras de Ingeniería, excepto para aquellos que cursan Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Informática. Es cuatrimestral y tiene cuatro créditos. La única materia correlativa posterior de Computación es Análisis Numérico, por lo cual, los alumnos que la cursan pueden hacerlo en distintas etapas de avance en sus planes de estudio pero, en casi la totalidad de los casos, los alumnos la cursan en el primer año de su carrera, en el cual aún han desarrollado poco su capacidad de abstracción. La relación docente-alumno a principios del cuatrimestre es de 30 alumnos por cada docente auxiliar.

Son los objetivos básicos de la materia [1]:

- 1) Concientizar al alumno de la importancia de la Algoritmia como paradigma de resolución de problemas y de la Programación como práctica y ejercitación en la resolución de problemas, como promotores del desarrollo de la capacidad de abstracción, la capacidad de relacionar esquemas de solución con la resolución de problemas algorítmicos, con hincapié en el método científico para lograr ese objetivo.
- 2) Enseñar al alumno de Carreras de Ingeniería el Análisis, la Sistematización, Programación y Procesamiento de distintos problemas de tipo técnico-científicos a fin de que dichos conocimientos le resulten de utilidad ya sea en el desarrollo de la carrera como así también en su actividad profesional.

Son los principios básicos de la materia [1]:

Conceptuales

- 1) La Computación es la disciplina que busca establecer una base científica para resolver problemas mediante la computadora.
- 2) El concepto fundamental de la Computación es el concepto de algoritmo.
- 3) Un algoritmo es un conjunto finito de instrucciones ejecutables, no ambiguas, que dirige a una actividad que termina o resuelve un problema en tiempo

limitado. 4) Una computadora debe tener la capacidad de recibir entradas, procesar información, almacenar y recuperar información y producir salidas para poder ejecutar algoritmos.

Procedimentales

1) La creación de programas se basa en el proceso de resolución de problemas cuyas fases fueron definidas por Polya: Análisis, Diseño, Codificación y Evaluación (modelo de un programa tipo). 2) El descubrimiento de un algoritmo para resolver un problema equivale en lo esencial al descubrimiento de una solución para ese problema. 3) La estrategia más común para desarrollar algoritmos es la denominada “divide y vencerás” que consiste en descomponer el problema principal en una lista de problemas más simples, que a su vez se siguen descomponiendo hasta llegar a un nivel en que los problemas sean resolubles por acciones simples de la computadora (método de refinamientos sucesivos). 4) El algoritmo conceptual debe transformarse en un conjunto claro de instrucciones a ser representadas sin ambigüedad en forma de programa mediante un lenguaje de programación (primitivas de programación) para que se lo pueda comunicar a la computadora. [1]

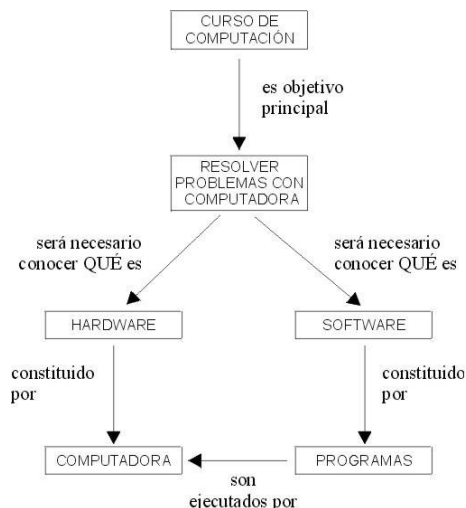
3. IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE

Presentación del Curso

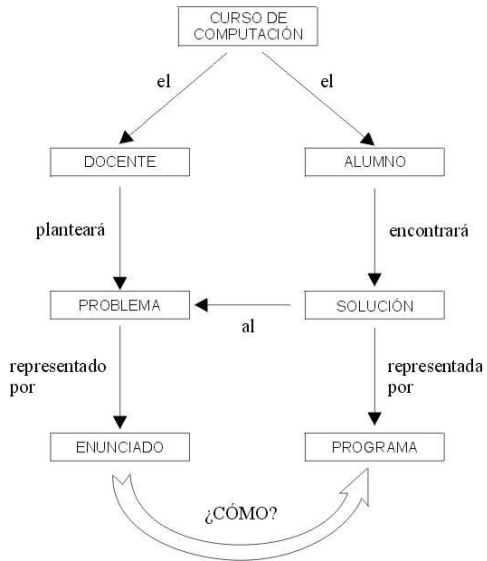
El eje epistemológico o el principio fundamental y estructurante de la materia es la noción de descubrimiento de algoritmos como método de resolución de problemas y la representación de algoritmos en forma de programa para que puedan ser comunicados a una computadora. Lo que el docente debe enseñar y lo que el alumno debe aprender es cómo retener, comprender y usar activamente los principios conceptuales y procedimentales disciplinares para que se produzca la transferencia del conocimiento (conocimiento generador). La creación de programas constituye el núcleo de la materia desde el cual se integran los diferentes conceptos de computación asociados al desarrollo del curso. [1]

En este marco referencial y mediante un mapa conceptual, en la primera clase se comienza la enseñanza:

- Presentando a los alumnos el panorama general de lo que se va a enseñar o epítome para explicar el objetivo fundamental del curso, es decir, la idea más representativa del contenido. *La clarificación de los objetivos es un modo de captar la atención de los alumnos y orientarlos en su aprendizaje para lograr un aprendizaje significativo* [3].



- Explicitando a los alumnos cuál será el rol del docente y cuál será el rol del alumno en cada una de las instancias de enseñanza y de aprendizaje del contenido del curso: desarrollo de clases expositivas, resolución de ejercicios propuestos por el docente, resolución de problemas en forma grupal durante el desarrollo de los trabajos prácticos y en forma individual en las evaluaciones parciales. *Se instala la resolución de problemas con la computadora como soporte metodológico del proceso de enseñanza y del proceso de aprendizaje* [4].



Se provoca así el surgimiento del conflicto: qué se debe conocer y cómo se debe proceder para construir un programa a partir de la especificación de un enunciado. Se resalta que este qué y este cómo es lo que el docente intentará enseñar y es lo que el alumno deberá aprender durante el desarrollo del curso. *Se destaca la interdependencia del conocimiento y de la habilidad del pensamiento en la solución de problemas* [5].

El Modelo de Polya para la Resolución de Problemas

Se inicia la clase planteando a los alumnos la resolución de un problema matemático a través de un enunciado. Se solicita a los estudiantes que conformen grupos de tres alumnos para pensar y discutir la solución del problema y que informen el resultado al cabo de cinco minutos. Se entrega el enunciado escrito en papel a cada grupo conformado, un enunciado por grupo, para inducir la lectura del enunciado en forma conjunta. *Se promueve el trabajo activo y cooperativo dentro del aula para provocar el aprendizaje reflexivo* [6].

Enunciado
 María tiene un hermano llamado Juan. Juan tiene tantos hermanos como hermanas. María tiene el doble de hermanos que de hermanas. ¿Cuántos chicos y chicas hay en la familia?

En la práctica docente de los últimos cinco cuatrimestres se ha observado que los alumnos se comprometen con la resolución del problema propuesto, deliberan en forma grupal y consultan dudas con el docente quien interactúa con los grupos para registrar el proceso de resolución puesto en marcha por los alumnos. Algunos grupos llegan al resultado correcto en el tiempo estipulado. Se solicita a todos los estudiantes que reflexionen y expliciten de qué manera alcanzaron el resultado correcto, es decir, se les invita a pensar sobre la forma en que

pensaron para resolver el problema planteado. *Pensar sobre el pensamiento (metacognición) puede ser una de las vías para ayudar al desarrollo de las capacidades intelectuales de los alumnos. Hay que proporcionar a los alumnos oportunidades para pensar, para que se interroguen sobre los procesos por los que aprenden, haciéndolos conscientes de los mismos.* [7]

El docente interactúa con los alumnos a través de la formulación de preguntas para establecer las conclusiones que se presentan a continuación:

1) Fue necesario COMPRENDER EL PROBLEMA. El primer paso dado por los integrantes de cada grupo fue realizar una lectura comprensiva del enunciado, en general, varias veces hasta entender en qué consistía el problema a resolver, es decir, hasta determinar el objetivo del problema., reformulando el enunciado.

2) Fue necesario, luego de COMPRENDER EL PROBLEMA, pensar y elegir una estrategia de resolución, es decir, IDEAR UN PLAN. En esta etapa los alumnos volvieron a leer el enunciado (lectura de rastreo) regresando a la etapa COMPRENDER EL PROBLEMA. La experiencia docente en los últimos cinco cuatrimestres revela que los alumnos intuitivamente tratan de representar el problema (apoyo del pensamiento) mediante líneas, círculos, dibujos, tablas, ecuaciones para relacionar datos conocidos con incógnitas.

3) Fue necesario, luego de IDEAR UN PLAN, aplicar la estrategia de resolución pensada, es decir, LLEVAR A CABO EL PLAN. En esta etapa surgió nuevamente la necesidad de volver a leer el enunciado para aplicar la estrategia, regresando a la etapa COMPRENDER EL PROBLEMA y, en algunos casos, a la etapa de IDEAR UN PLAN.

4) Fue necesario, luego de LLEVAR A CABO EL PLAN, volver a leer el enunciado, regresar a la etapa COMPRENDER EL PROBLEMA para verificar que la solución encontrada fuera correcta, es decir, EVALUAR LA SOLUCION, probablemente reiniciando el proceso.

El docente resalta y los alumnos toman conciencia de que para resolver este problema matemático (y en general, cualquier problema) se sigue intuitivamente un PROCESO compuesto por FASES que se completan en algún momento para encontrar la solución; un proceso no necesariamente lineal pero sí necesariamente evolutivo. Se explicita a los alumnos que la resolución de problemas en el curso se aborda desde el punto de vista científico (siguiendo el modelo formulado por el matemático Polya) y se plantea como un proceso cíclico [4].

Para desarrollar una estructura cognoscitiva integradora es importante suscitar los conocimientos y experiencias del alumno que puedan ser relevantes para la tarea del aprendizaje [3].

La Receta como inclusor del concepto de Algoritmo

Se analiza otra situación problemática de la realidad (la creación de una receta de cocina) representada por la especificación de un enunciado. Se entrega a cada grupo una hoja donde están escritos: el enunciado del problema (el Jefe de Redacción de una revista solicita a un Chef la creación de una receta con determinadas características para ser publicada en la revista), la solución del problema (es decir, la receta creada por el Chef) y un cuestionario (que debe ser respondido por los integrantes del grupo al cabo de cinco minutos).

El docente diseña el material didáctico a presentar a los alumnos de manera que la actividad genere el arribo a conclusiones que proporcionen el anclaje necesario para introducir los conceptos de algoritmo y programa. Se verifican las respuestas del cuestionario y se analiza en forma conjunta con los alumnos en el pizarrón el texto del programa con el objetivo de estructurarlo:

- El Chef crea la receta al completar las fases del proceso de resolución de problemas de Polya. Se interactúa con los alumnos aplicando el modelo de Polya para simular el proceso de creación de la receta por parte del Chef.

- El Chef (persona) escribe la receta (texto) que será utilizada (interpretada y ejecutada) por un Cocinero (persona), lector de la revista, para preparar un plato de cocina de acuerdo con los requerimientos del enunciado.

- La receta se visualiza como un texto (entidad estática que define un primer momento: creación de la receta) y está organizada en tres secciones: Título, Ingredientes y Elaboración (donde se resuelve efectivamente el problema).

- En la sección *Título*, encabezamiento de la receta, se enuncia mediante el nombre de la receta qué es lo que permite hacer la receta. Se anota en el texto de la receta, entre llaves que en esta sección se realiza la *Definición del Objetivo* del problema a resolver. Acompañan al título comentarios útiles para el Cocinero que completan la descripción del objetivo y, por lo tanto, lo clarifican.

- En la sección *Ingredientes* se listan los recursos necesarios para elaborar el plato de cocina. La lista de recursos se presenta *clasificada*, es decir, los recursos se agrupan en clases, como por ejemplo, clase hortalizas y clase condimentos. Se anota en el texto del programa entre llaves que en esta sección se realiza la *Definición de Recursos*.

- En la sección *Elaboración* se desarrolla la solución a través de un listado de pasos a seguir (o acciones a ejecutar) para elaborar el plato de cocina. Se anota entre llaves en el texto del programa que en esta sección se realiza el *Desarrollo de la Solución*. La solución se presenta *descompuesta en partes*, como por ejemplo, Preparación de los Ingredientes, Cocción y Terminación de la Elaboración. Cada uno de estos problemas a su vez se descompone en problemas más simples, una lista de pasos que ya no se siguen descomponiendo. Cada uno de estos pasos están definidos mediante enunciados caracterizados por expresar una acción esencial que el Cocinero es capaz de interpretar y ejecutar sin información adicional porque tiene la experticia necesaria para ello (acciones primitivas).

- La escritura de la receta se caracteriza por el sangrado o indentación que denota pertenencia de los enunciados a una clase o jerarquía de los enunciados según su nivel de descomposición y porque cada enunciado se escribe en una línea distinta del texto para facilitar la comprensión de la receta al Cocinero.

- La receta es el medio por el cual, el Chef, persona que crea la receta, se comunica con el Cocinero, persona que interpretará y ejecutará la receta. Toda comunicación requiere un lenguaje. En este caso, el Chef utiliza el lenguaje natural para comunicarse con el Cocinero.

- Cada acción de la receta debe ser “ejecutable”, es decir, entendible por el Cocinero, expresado en forma no ambigua y deben estar explicitados los recursos que manipula. Se anota entre llaves en el texto de la receta que las secciones *Definición del Objetivo* y *Definición de Recursos* conforman una sección más amplia que se podría denominar *SECCION DECLARATIVA*. El proceso de cocinar tiene un *efecto*, produce la transformación de los ingredientes hasta que se obtiene el plato de cocina y debe finalizar en algún momento. En consecuencia, la lista de órdenes de la receta conforman “*un conjunto finito de acciones ejecutables, no ambiguas, que dirige a una actividad que termina o resuelve un problema en un tiempo limitado*” y a este conjunto de acciones se denomina *ALGORITMO*. Se

anota entre llaves en el texto de la receta que la sección Elaboración donde se desarrolla la solución al problema planteado, conforma una SECCION ALGORITMICA.

- La receta es un caso particular de representación de un algoritmo.

Es de vital importancia que el docente genere en los alumnos experiencias educativas ricas en ejercicios, exploraciones y resolución de retos que les permita el desarrollo de habilidades y la construcción de conceptos. [8]

Paralelismo entre Receta y Programa como representaciones de Algoritmo

Se introduce el concepto de PROGRAMA como la representación de un algoritmo para ser comunicado a una computadora en un lenguaje que la computadora sea capaz de entender (lenguaje de máquina). Un programa también es un caso particular de representación de un algoritmo.

	Receta	Programa
Crea	Chef	Programador
Se comunica	Cocinero	Computadora
Interpreta y Ejecuta	Persona	Máquina
Utiliza	Cocinero	Usuario
Se obtiene	Plato de Cocina	Resultado

Descubrir un algoritmo equivale a encontrar un método para resolver el problema. En consecuencia, los alumnos necesitan entender el proceso de resolución de problemas en general. Los programas a desarrollar tendrán un aspecto similar a una receta.

{SECCION DECLARATIVA}

{Definición del Objetivo}

{Definición de Recursos}

{SECCION ALGORITMICA}

{Desarrollo de la Solución}

{Prólogo}

{Resolución}

{Epílogo}

Analogías con la escritura de una receta: todo programa se representará en un texto y se distinguirán dos secciones, declarativa y algorítmica; a su vez, en la sección declarativa, dos subsecciones, definición del objetivo y definición de recursos, y en la sección algorítmica, desarrollo de la solución. Para desarrollar la solución, para descubrir el algoritmo, se descompone el problema principal en problemas más simples. Una primera descomposición de cualquier problema será: Prólogo (asociar con Preparación de Ingredientes en una receta) o Introducción al Programa, Resolución (asociar con Cocción en una receta) donde se resuelve el problema y Epílogo (asociar con Terminación de Elaboración en una receta), donde se presenta al usuario del programa el resultado obtenido.

Diferencia con la escritura de una receta: los enunciados delimitados entre llaves deben formar parte del texto del programa pues constituyen los *enunciados de documentación interna del programa*.

Se define así un Modelo de Programa Tipo a partir del cual se escribirán los programas para solucionar problemas con la computadora en este curso. Cada subproblema a resolver del primer nivel de descomposición debe descomponerse a su vez

en una lista de problemas más simples que a su vez se siguen descomponiendo hasta llegar a un nivel en que los problemas sean resolubles por acciones simples de la computadora. El resultado de este proceso de refinamientos sucesivos es un algoritmo, expresado en términos de enunciados algorítmicos no ejecutables. ¿Cómo representa un programador un algoritmo en forma de programa? Es decir:

- ¿Cómo se definen el objetivo del programa y los recursos en la Sección Declarativa?

• ¿Cómo se desarrolla la solución en la Sección Algorítmica? La *Programación Imperativa* aborda un problema tratando de hallar un método para resolverlo, lo que implica, descubrir un algoritmo. Se hace hincapié en la pregunta: ¿qué enunciados se necesitan para resolver el problema? La respuesta la proporciona un *Lenguaje de Programación* en el que los algoritmos pueden expresarse en una forma conceptualmente más alta que en el lenguaje de máquina real (*Lenguaje Pascal* en este curso). Se define así la estructura genérica de un programa Pascal.

El Modelo de Polya para la Creación de Programas

Se presenta a los alumnos el primer problema a resolver con la computadora representado por un enunciado. El primer programa se escribirá mediante la utilización de estructuras de control secuenciales en la sección algorítmica para desarrollar la solución. Se aplica el método científico de resolución de problemas al ámbito de la creación de programas para lo cual se redefinen las fases del modelo de Polya y se construye con los alumnos el primer programa pascal, detallando al mismo tiempo cada fase del modelo de Polya para la creación de programas (Figura 1).

Los alumnos visualizan durante el desarrollo del programa que la utilización del mapa conceptual los orienta en el proceso constructivo para:

- realizar una lectura comprensiva del enunciado en la Fase de Análisis y clarificar el Objetivo del Programa, seguir con la Fase de Codificación y escribir la primera instrucción Pascal en la subsección Definición del Objetivo de la Sección Declarativa,
 - retroceder a la Fase de Análisis para detectar los datos conocidos y desconocidos del problema, seguir con la Fase de Diseño y clasificar los datos en constantes y variables y luego con la Fase de Codificación para escribir las instrucciones en la subsección Definición de Recursos en la Sección Declarativa,
 - regresar a la Fase de Diseño para descubrir el algoritmo aplicando el Método de Refinamientos Sucesivos y desarrollar la solución como una secuencia de enunciados algorítmicos no ejecutables; luego seguir con la Fase de Codificación para transformar la solución en una secuencia de primitivas de programación ejecutables en la Sección Algorítmica,
 - avanzar a la Fase de Evaluación para ejecutar el programa con un juego de datos de prueba y evaluar la corrección del resultado obtenido. Si el resultado no fuera el esperado, se deberá retroceder hasta alguna de las fases anteriores para eliminar errores y reiniciar el proceso evolutivo.
- Se espera que el uso del Mapa Conceptual constituya para el alumno un soporte visual que lo guíe de manera explícita y directa y contribuya para que el alumno tenga siempre presente que las fases no son pasos que deben seguirse linealmente al tratar de resolver un problema con la computadora, sino que más bien, son fases que deben completarse evolutivamente en algún momento, facilitándole así el hallazgo de la solución satisfactoria.

4. CONCLUSIONES

En cada clase expositiva:

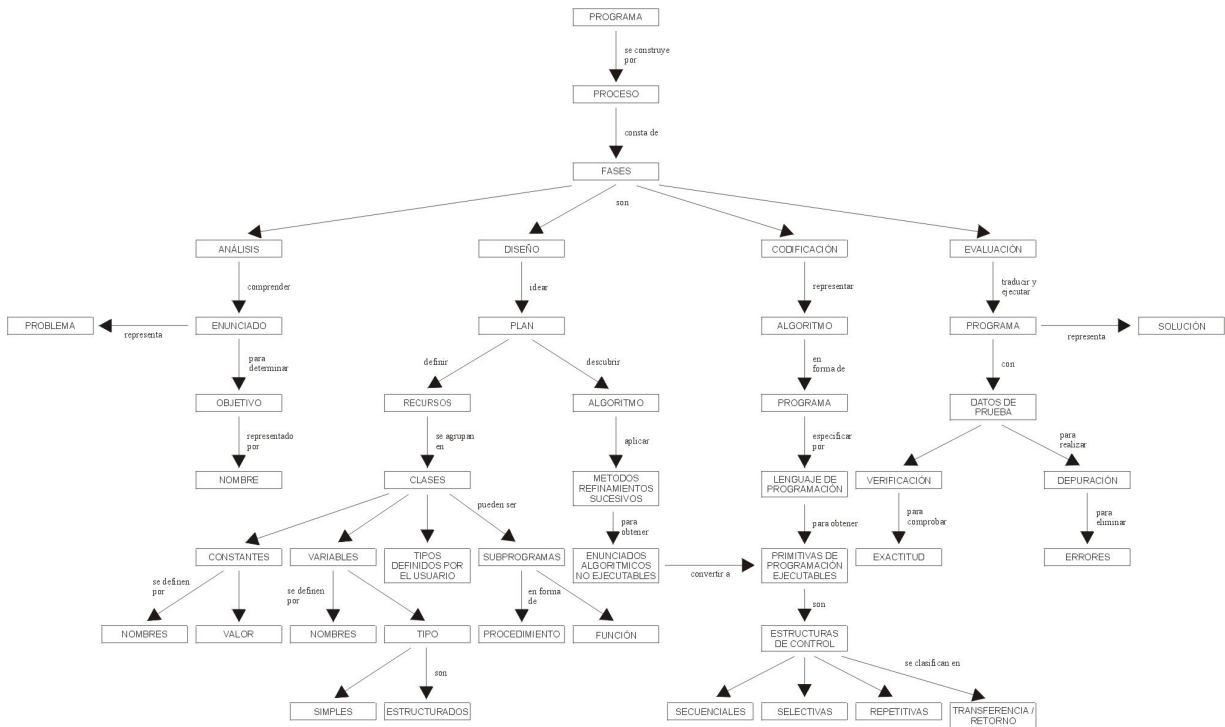


Figura 1

- el docente plantea al alumno la resolución de un nuevo Problema (organizador previo del conocimiento nuevo) con la computadora a través de un Enunciado para introducir la enseñanza de una nueva herramienta de programación (enunciados de control básicos: secuenciales, selectivos, repetitivos; subprogramas y arreglos) que incrementa el conocimiento previo
- se utiliza el Mapa Conceptual para la creación del Programa que representa la Solución al Problema (el mapa se reestructura y se amplía con la incorporación de la nueva herramienta de programación)

Se considera importante la utilización del Mapa Conceptual porque [1]:

- posibilita el pensamiento “cooperativo” entre el docente y el alumno, quienes reflexionan juntos y constantemente en estrecha interacción (*inteligencia repartida en el aula*),
- el procedimiento es “adaptativo” ya que la interacción permite al docente y al alumno realizar la *vigilancia epistemológica de la comprensión de los principios conceptuales y procedimentales*, reforzando la estructura cognoscitiva del alumno,
- la enseñanza y el aprendizaje del conocimiento nuevo es “*incremental*” pues se lo secuencia y organiza de manera que cada aprendizaje sucesivo se conecte con el conocimiento presentado con anterioridad y se produzca a través del esfuerzo creciente y constante del alumno por lograrlo,
- su “*sencillez*” como instrumento académico posibilita al alumno la fácil comprensión del “qué debo conocer” y “cómo debo proceder” en cada fase de creación de un programa, permitiendo reducir la oposición entre lo teórico y lo práctico, entre lo formal y lo concreto, entre lo puro y lo aplicado.

5. REFERENCIAS

- [1] Jiménez Rey, M. E. 2005. *Un Enfoque Procedimental para la Enseñanza de Computación en Carreras de Ingeniería*. Proceedings de las Primeras Jornadas de Educación en Informática y TICs en Argentina, JEITICs 2005. (pp 35-39). Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- [2] Rizzo, M. A. 2005. *Mis primeros pasos en ajedrez*. DANCADREZ.
- [3] Joyce, B., Weil, M. 1985. *Modelos de Enseñanza*. En: “Los organizadores previos: mejorar la eficacia del estudio y de otros modos de presentación de información” (capítulo 5, pp 89-107). ANAYA.
- [4] Alda, F. L., Hernández, M. D. 1998. *Resolución de problemas*. En: “Cuadernos de Pedagogía” (Nº. 265, pp 28-32). FONTALBA.
- [5] Nickerson, R., Perkins, D., Smith, E. 1987. *Enseñar a pensar: Aspectos de la aptitud intelectual*. PAIDOS.
- [6] Perkins, D. 1992. *La Escuela Inteligente: Del adiestramiento de la Memoria a la Educación de la Mente*. GEDISA.
- [7] Cruz, M. N. 1989. *Utilização de estratégias metacognitivas no desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas*. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- [8] Pérez A., M. A. *Didáctica Constructivista de la Computación*. <http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/010820010026.html>